



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ **Patentschrift**
⑯ **DE 198 40 796 C 1**

⑯ Int. Cl.⁷:
G 01 F 25/00
G 01 F 23/296

DE 198 40 796 C 1

⑯ Aktenzeichen: 198 40 796.3-52
⑯ Anmeldetag: 8. 9. 1998
⑯ Offenlegungstag: -
⑯ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 9. 3. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

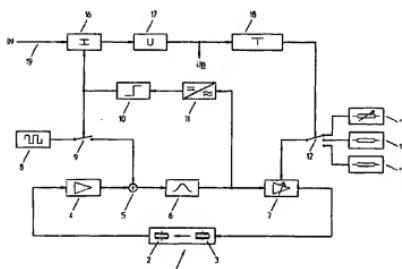
⑯ Patentinhaber:
VEGA Grieshaber KG, 77709 Wolfach, DE
⑯ Vertreter:
Patentanwälte Westphal, Mussgnug & Partner,
78048 Villingen-Schwenningen

⑯ Erfinder:
Raffelt, Felix, Dipl.-Ing., 77756 Hausach, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 44 19 617 C2
DE 44 02 234 C1
DE 43 27 167 C2
DE 195 20 516 A1
US 42 99 114
EP 08 10 423 A3

⑯ Verfahren zum Betreiben und Funktionstesten eines Vibrationsgrenzstandssensors und hierfür geeigneter Vibrationsgrenzstandssensor

⑯ Das Verfahren sieht vor, dass der vorgegebene Verstärkungsfaktor des Rückkoppelverstärkers (4, 6, 7) zum Funktionstesten des Vibrationsgrenzstandssensors bei unbedecktem Resonator (1) auf einen so niedrigen Wert eingestellt wird, dass die Schwingung gedämpft wird, und dass bei bedecktem Resonator (1) auf einen so hohen Wert eingestellt wird, dass eine zwangsläufige Schwingungserregung einsetzt. Der Vibrationsgrenzstandssensor ist hierfür mit einer geeigneten Verstelleinrichtung (12, 13, 14, 15) zur Verstellung des Verstärkungsfaktors des Rückkoppelverstärkers (4, 6, 7) versehen. Die Verstelleinrichtung besteht zweckmässigerweise aus einem Schaltelement (12), durch welches ohmsche Einrichtungen (13, 14, 15) mit unterschiedlichen Widerstandswerten an den Rückkoppelverstärker (4, 6, 7) anschließbar sind.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Vibrationsgrenzstandsensors gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 und einen hierfür geeigneten Vibrationsgrenzstandsensor.

Zur Grenzstanderdetektion von Schüttgütern werden Vibrationssensoren auf Basis koaxialer Rohrschwinger oder Schwinggabeln eingesetzt. Ausgewertet wird hierbei die Dämpfung der Schwingung durch den Kontakt des Resonators mit dem Füllgut.

Vibrationsgrenzstandsensoren und deren Verfahren sind bereits vielfach auch von der Anmelderin beschrieben worden. Als Beispiel für einen Vibrationsgrenzstandsensor mit koaxialem Rohrschwinger ist die DE 43 27 167 C2 zu nennen. Als Beispiel für einen Vibrationsgrenzstandsensor, der Schwinggabeln aufweist, wird auf die ebenfalls von der Anmelderin stammende EP 0 810 423 A2 verwiesen. Weitere Vibrationsgrenzstandsensoren sind in DE 44 02 234 C1 und DE 44 19 617 C2 beschrieben.

Ein Ausfall eines solchen Sensors aufgrund eines mechanischen oder elektrischen Bauteiledefekts kann schwerwiegende Sach- oder Personenschäden zur Folge haben.

Das Nicht-Ansprechen einer Behälterüberfüllsicherung kann im Falle von pulverförmigen Chemikalien oder Dünngemischen zu einer erheblichen Verseuchung der Umwelt führen, im Falle von Zementstaub oder Farbpigmenten zumindest zu einer starken Verschmutzung der Umgebung.

Der Ausfall einer Behälterleerförderschutzeinrichtung kann teure Produktions- und Anlagenstillstände bedingen.

Das Ziel der vorliegenden Erfindung besteht deshalb darin, ein Verfahren anzugeben, welches es gestattet, mit geringem Aufwand einen derartigen Vibrationsgrenzstandsensor zuverlässig auf seine Funktionsfähigkeit zu testen. Dies soll sowohl bei unbedecktem als auch bedecktem Resonator, also unbedecktem oder bedecktem koaxialem Rohrschwinger bzw. Schwinggabeln möglich sein. Ziel der Erfindung ist auch die Angabe eines hierfür geeigneten Vibrationsgrenzstandsensors.

Ereicht wird dieses Ziel für das Verfahren durch die Merkmale des Anspruchs 1 und für den Vibrationsgrenzstandsensor durch die Merkmale des Anspruchs 16.

Weiterbildungen dieser Erfindungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Das erfindungsgemäße Verfahren beruht also im wesentlichen darauf, dass durch testweise Umschaltung des Verstärkungsfaktors des Schwingkreisrückkopplerverstärkers des Sensors auf einen besonders niederen bzw. besonders hohen Wert die Schwingkreisschwingung bei unbedecktem Sensor künstlich gedämpft bzw. bei bedecktem Sensor zwangsläufig angeregt ist.

Die Erfindung wird nachfolgend zusammen mit einer einzigen Figur näher erläutert. In der einzigen Figur ist das Blockschaltbild eines Vibrationsgrenzstandsensors dargestellt.

Im einzelnen weist der Vibrationsgrenzstandsensor einen Vibrationsresonator, im folgenden kurz Resonator 1 genannt, auf. Dieser Resonator 1 verfügt über eine Antriebeinrichtung 3 und eine Detektioneinrichtung 2. Im allgemeinen sind diese Antriebeinrichtung 3 und Detektioneinrichtung 2 durch Piezostapel realisiert, die die Schwingelemente (koaxiale Rohrschwinger oder Schwinggabel) zur Schwingung antreiben bzw. deren Schwingungen detektieren. Allerdings können die Antriebeinrichtung 3 und Detektioneinrichtung 2 auch durch ein einziges Antriebs- und Detektionselement, wie in EP 0 810 423 A2 der Anmelderin ausführlich beschrieben, realisiert sein. Zum Zwecke der Offenbarung dieser Ausführungsvariante wird ausdrücklich

auf EP 0 810 423 A2 Bezug genommen.

Die Detektioneinrichtung 2 ist über einen Rückkoppelverstärker auf die Antriebeinrichtung 3 rückgekoppelt. Im einzelnen besteht der Rückkoppelverstärker aus einem Eingangsvierstärker 4 mit nachgeschaltetem Grundwellenbandfilter 6 und einem Endverstärker 7, dessen Verstärkungsfaktor variierbar ist. Die Anordnung der rückgekoppelten Resonatoren 1 bildet einen Schwingkreis.

Der Verbindungsplatz zwischen Grundwellenbandfilter 6 und Endverstärker 7 ist mit dem Eingang eines Meßgleichrichters 11 in Verbindung, der ausgangsseitig ein amplitudenproportionales Gleichspannungssignal bereitstellt und einen Komparator 10 aufzuführt. Der Komparator 10 ist ausgangsseitig einerseits über eine Stromstufe 16 mit einer Zweidrahtleitung 19 in Kontakt. Die Zweidrahtleitung 19 führt zu einem Auswertegerät in an sich bekannter Weise. Des Weiteren ist der Ausgang des Komparators 10 als Stellsignal für einen Schalter 9 bereitgestellt. Diese Schalter 9 koppelt, sofern der Schalter 9 geschlossen ist, ein Wechselsignal eines Oszillators 8 in den Rückkoppelverstärker. Hierfür ist zwischen den Eingangsvierstärker 4 und das Grundwellenbandfilter 6 eine Addierstufe 5 geschaltet, der als Eingangssignal einmal das Ausgangssignal des Eingangsvierstärkers 4 und das Signal des Oszillators 8 zugeführt wird. Der Ausgang der Addierstufe 5 ist mit dem Eingang des Grundwellenbandfilters 6 in Verbindung.

Die bisher beschriebene Schaltungsanordnung des Vibrationsgrenzstandsensors und dessen Funktionsweise ist an sich bekannt und beispielsweise in der bereits eingangs erwähnten DE 43 27 167 C2 detailliert beschrieben. Zum Zwecke der Offenbarung wird insoweit auf dieses Dokument ausdrücklich Bezug genommen.

Erfindungsgemäß ist die Schaltungsanordnung jedoch erweitert, um ein Funktionstesten des Vibrationsgrenzstandsensors zu ermöglichen. Die Erweiterung besteht darin, dass an den Rückkoppelverstärker eine Verstelleinrichtung geschaltet ist, um den Dämpfungswert des Rückkoppelverstärkers gezielt zeitweise zu verändern.

Im einzelnen ist hierfür ein als Umschalter dienendes Schaltelement 12 vorgesehen, das ohmsche Einrichtungen 13, 14, 15 unterschiedlicher Widerstandswerte an den Endverstärker 7 zu dessen Verstärkungsfaktoränderung koppelt.

Im Normalbetrieb befindet sich das Schaltelement 12 in der in der Figur dargestellten Stellung, so dass die ohmsche Einrichtung 15, die veränderbar ist, den Verstärkungsgrad des Endverstärkers 7 bestimmt.

Allerdings kann das Schaltelement 12 zusätzlich in zwei andere Stellungen manuell oder selbstdäig (was noch zu erläutern ist) geschaltet werden. Hierfür sind die ohmschen Einrichtungen 13 und 14 vorgesehen.

Die Funktionsweise der bisher beschriebenen Schaltungsanordnung ist folgende:

Die mechanische Schwingung des Resonators 1 wird von der Detektioneinrichtung 2 in ein elektrisches Signal umgewandelt. Der Eingangsvierstärker 4, das Grundwellenbandfilter 6 und der Endverstärker 7 bilden den Rückkoppelverstärker, welcher die ihm zugeführte Schwingungsdetektionsspannung in ein Antriebssignal umwandelt, das der Antriebeinrichtung 3 zugeführt wird.

Die sich in Abhängigkeit der Resonatorfüllgutbedämpfung einstellende mechanische Schwingung der Schwingelemente (Rohrschwinger oder Gabelschwinger) und damit auch die elektrische Schwingung wird vom Meßgleichrichter 11 in eine amplitudenproportionale Gleichspannung überführt. Der Komparator 10 bestimmt anhand der Gleichspannungsamplitude den Bedeckungszustand der Schwingelemente und gibt ein entsprechendes binäres Signal aus. Dieses binäre Signal steuert die Stromstufe 16 an, welche

den ermittelten Füllstandswert als Stromsprungsignal auf der Zweidrahtleitung 19 ausgibt.

Durch ein Potentiometer in der ohmschen Einrichtung 15 läßt sich der Verstärkungsfaktor des Endverstärkers 7 variieren, um die Ansprechempfindlichkeit des Sensors auf Schüttgüter verschiedener Dichte einzustellen. So muß bei leichten Füllgütern, wie z. B. Styropor, eine verhältnismäßig niedrige Verstärkung gewählt werden, bei schweren Schüttgütern, wie z. B. bei Zement, dagegen ein hoher Verstärkungsfaktor.

Beim Anstehen einer Sensorvollmeldung wird das Ausgangssignal des niederfrequenten Rechteckgenerators 8 durch den Schalter 9 über die Additionsstufe 5 in den Rückkoppelverstärker eingekoppelt, um ein sicheres Wiederan-schwingen des Schwingkreises auch bei mit Füllgutablagen- rungen behafteten mechanischen Resonator zu gewährleisten.

Der Test des Sensors geschieht durch zeitweises Um-schalten des Schaltelementes 12 an die ohmschen Einrich-tungen 13 bzw. 14. Anstelle der für die Abstimmung auf die jeweiligen Füllgutdichten vorgesehenen ohmschen Einrich-tungen 13, 14, die im einfachsten Fall als Widerstände aus-gedacht sein können, den Verstärkungsfaktor des Endverstärkers 7. Die ohmsche Einrichtung 13 ergibt einen derart niedrigen Verstärkungsfaktor, dass selbst bei vollkommen unbedecktem mechanischen Resonator 1 eine selbsthal-tende Schwingung nicht mehr möglich ist. Der Sensor gibt daher bei korrekter Funktion eine Vollmeldung aus.

Die ohmsche Einrichtung 14 ist dagegen so dimensio-niert, dass der Endverstärker 7 einen Verstärkungsfaktor aufweist, dass auch bei einem durch Füllgut vollständig be-decktem Resonator 1 eine Rückkoppelschwingung einsetzt. Bei einem Koaxialschwinger beginnt dabei der innere Schwingstab, welcher keinen Kontakt zum Füllgut hat, zu schwingen, so dass trotz Füllgutbedeckung die Schwingfähig-keit des Resonators 1 nachgewiesen werden kann. Bei ei-nem Gabelresonator mit Schwinggabeln kann zumindest an-hand der mechanischen Überkopplung im Antriebs/Detek-tionssystem eine Erregung des Schwingkreises herbeige-führt werden. Der Oszillator 8 unterstützt in beiden Fällen wirkungsvoll das Einsetzen der erzwungenen Schwingung. Der Sensor muß daher bei korrekter Funktion testweise eine Leermeldung ausgeben.

Bei beiden Tests (Voll- und Leermeldung) wird dabei die gesamte Meßkette testweise durchlaufen und somit auf Funktion geprüft. Die Meßkette besteht hierbei aus dem me-chanischen Resonator 1, dem Rückkoppelverstärker 4, 6, 7, dem Meßgleichrichter 11, dem Amplitudenkomparator 10, der als Ausgangsstufe wirkenden Stromstufe 16 und so einem eventuell nachgeschalteten Auswertegerät sowie der Abschalt- und Meldeorgane des Anlagenbetreibers.

Der Funktionstest des Vibrationsgrenzstandsensors kann vor Ort am Sensor mittels entsprechender Bedienelemente ausgelöst werden. Hierfür ist das Schaltelement 12 mit ei-nem manuell zu betätigenden Bedienknopf ausgestattet.

Eine besonders vorteilhafte Ausbildungsform ist jedoch die Fernsteuerung von der Schalt- bzw. Leitwarte des Anlagen-betreibers aus.

Zu diesem Zweck ist der Vibrationsgrenzstandsensor über die Zweidrahtleitung 19 mit einem in der Figur nicht darge-stellten Auswertegerät in der Leitzentrale verbunden. Dort kann zur Testeinstellung ein besonderes Signal generiert werden, das in einer Testablaufsteureinheit 18 detektiert wird und zum selbsttätigen Umschalten des Schaltelementes 12 herangezogen wird. Hierfür ist beispielsweise die Stromstufe 16 über einen Spannungsregler 17 mit der Testablauf-steureinheit 18 in Verbindung. Auseinanderseite sieht die

Testablaufsteureinheit 18 mit dem Schaltelement 12 in Kontakt, um fallweise für einen Funktionstest die Schalterstellung des Schaltelementes 12 von der dargestellten Lage 5 zu verändern, dass einmal die ohmsche Einrichtung 13 und einmal die ohmsche Einrichtung 14 an den Endverstärker 7 zu dessen Verstärkungsfaktoränderung geschaltet wird.

Zum Einleiten des Funktionstests kann beispielsweise die Spannungsversorgung des Sensors kurz unterbrochen werden. Der Spannungsregler 17 kann daraufhin die sensor-interne Betriebsspannung U_B nicht mehr aufrechterhalten. Die Testablaufsteureinheit 18 detektiert diese Unterbre-chung der Betriebsspannung U_B und veranlaßt bei jedem Wiedereinschalten der Spannungsversorgung den Start des 15 Funktionstests. Hierfür schaltet die Testablaufsteureinheit 18 das Schaltelement 12 zeitlich begrenzt an die ohmschen Einrichtungen 13 und 14 und generiert so eine Voll- und/oder Leermeldung. Der Anlagenbetreiber oder aber auch ein automatisiertes System prüft, ob die auszugebenden Test-20 füllstände hierbei korrekt vom Sensor gemeldet werden.

Bezugszeichenliste

- 1 Resonator
- 2 Detektionseinrichtung
- 3 Antriebeseinrichtung
- 4 Eingangsverstärker
- 5 Additionsstufe
- 6 Grundwellenbandfilter
- 7 Endverstärker
- 8 Oszillator
- 9 Schalter
- 10 Komparator
- 11 Meßgleichrichter
- 12 Schaltelement
- 13 Widerstand
- 14 Widerstand
- 15 veränderbarer Widerstand
- 16 Stromstufe
- 17 Spannungsregler
- 18 Testablaufsteureinheit
- 19 Zweidrahtleitung

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Vibrationsgrenzstandsensors mit einem Antriebeseinrichtung (3) und einer Detektionseinrichtung (2) aufweisenden Resonator (1) und einem auf einen vorgegebenen Verstärkungsfaktor eingestellten Rückkopplungsverstärker (4, 6, 7), durch welchen das Detektionsignal der Detektionseinrichtung (2) in der Antriebeseinrichtung (3) zuführbares Antriebsignal umgewandelt wird, wobei eine vorgegebene Dämpfungsänderung der Schwingung des Resonators als Erreichen des zu überwachenden Grenzstandes ausgewertet wird, dadurch gekenn-zeichnet, dass der vorgegebene Verstärkungsfaktor des Rückkopplungsverstärkers (4, 6, 7) zum Funktionstesten des Vibrationsgrenzstandsensors bei unbedecktem Resonator (1) auf einen so niedrigen Wert eingestellt wird, dass die Schwingung gedämpft wird, und dass bei bedecktem Resonator (1) auf einen so hohen Wert eingestellt wird, dass eine zwangsweise Schwingungs-erregung einsetzt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-net, dass zum Funktionstesten des Vibrationsgrenz-standsensors zwischen den verschiedenen Verstär-kungsfaktoren umgeschaltet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der im Normalbetrieb des Vibrationsgrenzstandssensors vorgegebene Verstärkungsfaktor des Rückkoppelverstärkers einstellbar ist. 5

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass dem Rückkoppelverstärker (4, 6, 7) extern zeitweise ein Schwingungssignal zugeführt wird zum Erzielen eines sicheren Wiederauswirkens des aus Resonator (1) und Rückkoppelverstärkers (4, 6, 7) gebildeten Schwingkreises. 10

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der niedrige Verstärkungsfaktor so gewählt ist, dass bei völlig unbedecktem Resonator (1) eine selbsterhaltende Schwingung nicht mehr möglich ist. 15

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der hohe Verstärkungsfaktor so gewählt ist, dass auch bei einem durch Füllgut vollständig bedecktem Resonator (1) eine Rückkopplungsschwingung cinsitzt. 20

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Resonator (1) ein Koaxialschwinger ist und der Beginn der Schwingung des inneren Schwingstabes des Koaxialschwingers als Funktionsnachweis ausgewertet wird. 25

6. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Resonator (1) ein Gabelschwinger ist und anhand der mechanischen Überkopplung in dem Antriebs-/Detektionssystem eine Erregung des Schwingkreises herbeigeführt wird. 30

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass dem Detektionssignal der Detektionseinrichtung (2) ein niedrigerfrequentes Wechselsignal zugeführt wird, wenn das Detektionssignal eine vorgegebene Schwelle unterschreitet. 35

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass während des Funktionstestes durch Umschalten der Verstärkungsfaktoren des Rückkoppelverstärkers (4, 6, 7) bei bedecktem Resonator (1) eine Leermeldung und bei unbedecktem Resonator (1) eine Vollmeldung generiert wird, wenn der Vibrationsgrenzstandssensor fehlerfrei arbeitet. 40

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass während des Funktionstestes die gesamte Meßkette des Vibrationsgrenzstandssensors überprüft wird. 45

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Funktionstest vor Ort mittels Bedienelemente am Vibrationsgrenzstandssensor ausgelöst wird. 50

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Funktionstest ferngesteuert durchgeführt wird, indem ein mit Bedienelementen für den Funktionstest versehenes Auswertegerät über eine Zweidrahtleitung (19) mit dem Vibrationsgrenzstandssensor in Verbindung steht. 55

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der ferngesteuerte Funktionstest durch eine vordefinierte Spannungsänderung auf der Zweidrahtleitung (19) gestartet wird. 60

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebeinrichtung (3) und die Detektionseinrichtung (2) durch ein einziges Antriebs- und zugleich Detektionselement gebildet sind. 65

16. Vibrationsgrenzstandssensor zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 15 mit einem eine Antriebeinrichtung (3) und eine Detektions- 65

einrichtung (2) aufweisenden Resonator (1) und einen auf einen vorgegebenen Verstärkungsfaktor einstellbaren Rückkoppelverstärker (4, 6, 7), durch welchen das Detektionssignal der Detektionseinrichtung (2) in ein der Antriebeinrichtung (3) zuführbares Antriebssignal umwandelbar ist, wobei eine vorgegebene Dämpfungsänderung der Schwingung des Resonators (1) als Erreichen des zu überwachenden Grenzstandes in einer Auswerteeinrichtung (10, 11) ausgewertet wird, dadurch gekennzeichnet, dass eine Verstelleinrichtung (12, 13, 14, 15) vorgesehen ist, durch welche der Verstärkungsfaktor des Rückkoppelverstärkers (4, 6, 7) bei unbedecktem Resonator (1) auf einen so niedrigen Wert einstellbar ist, dass die Schwingung gedämpft wird, und dass bei bedecktem Resonator (1) der Verstärkungsfaktor auf einen so hohen Wert einstellbar ist, dass eine zwangswise Schwingungsanregung erreicht wird. 17. Vibrationsgrenzstandssensor nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstelleinrichtung ein Schaltelement (12) aufweist, durch welches ohmsche Einrichtungen (13, 14, 15) unterschiedlicher Widerstandswerte an den Rückkoppelverstärker (4, 6, 7) zur Änderung dessen Dämpfungswertes ankopplbar sind. 18. Vibrationsgrenzstandssensor nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Rückkoppelverstärker (4, 6, 7) die Reihenschaltung eines Eingangsvstärkers (4) mit nachgeschaltetem Grundwellenfilter (6) und nachfolgendem Endverstärker (7) aufweist. 19. Vibrationsgrenzstandssensor nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung einen an den Rückkoppelverstärker (4, 6, 7) angekoppelten Meßgleichrichter (11) mit nachgeschaltetem Komparator (10) aufweist, wobei der Ausgang des Komparators (10) an eine Stromstufe (16) geschaltet ist, durch welchen der ermittelte Füllstandswert als Stromsprungsignal bereitgestellt wird. 20. Vibrationsgrenzstandssensor nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Stromsprungsignal der Stromstufe (16) über eine Zweidrahtleitung (19) einem Auswertegerät zuführbar ist. 21. Vibrationsgrenzstandssensor nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromstufe 16 über einen Spannungsregler (17) und einer nachfolgenden Testablaufsteuereinrichtung (18) mit der Verstelleinrichtung (12, 13, 14, 15) in Verbindung steht, um den Funktionstest durch Variation des Verstärkungsfaktors des Rückkoppelverstärkers (4, 6, 7) selbsttätig einzuleiten. 22. Vibrationsgrenzstandssensor nach einem der Ansprüche 16 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass ein Oszillator (8) vorgesehen ist zum zeitweisen Einkopeln eines Schwingungssignals in den Rückkoppelverstärker (4, 6, 7) zur Erzielung eines sicheren Wiederauswirkens des Schwingkreises. 23. Vibrationsgrenzstandssensor nach einem der Ansprüche 16 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebeinrichtung (3) und die Detektionseinrichtung (2) durch ein einziges Antriebs- und zugleich Detektionselement gebildet sind.

- Leerseite -

Fig. 1

